

В соответствии с (4) гиросtabilизатор не имеет в установившемся режиме дрейфа. Аналогичный результат имеет место и для второго канала стабилизации по оси подвеса платформы. Однако, как следует из (3), соответствующее ему характеристическое уравнение имеет один нулевой корень, то есть по угловым координатам гиросtabilизатор не обладает астатизмом. Действительно, учитывая, что $\int_0^t \dot{\alpha} dt = \alpha(t)$, из уравнения (3) следует передаточная функция по углу:

$$\frac{\alpha(s)}{M_p(s)} = \frac{K_0}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1}. \quad (5)$$

Следовательно, в установившемся режиме гиросtabilизатор имеет статическую ошибку $\alpha_{ст} = M_p / KK_p$, аналогичную статической ошибке гиросtabilизатора с трёхстепенным астатическим гироскопом.

Оценку поведения гиросtabilизатора на качающемся основании можно выполнить на примере уравнений движения гиросtabilизатора по одному каналу, полагая, что качка происходит по углу γ относительно оси подвеса рамы:

$$\left. \begin{aligned} A\ddot{\alpha} + b_p\dot{\alpha} + J_p i^2 \ddot{\gamma} &= M_p - iM_{д1}; \\ M_{д1} &= KK_p \alpha - ih_p \alpha_1; \\ \alpha_1 &= \gamma - \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где J_p – осевой момент инерции ротора двигателя стабилизации; h_p – коэффициент вязкого трения в подшипниках ротора; α_1 – угол поворота рамы гиросtabilизатора относительно основания.

Объединяя уравнения (6), получим передаточные функции по возмущающему моменту и углу качки:

$$\frac{\alpha(s)}{M_p(s)} = \frac{1}{As^2 + b_p s + i(KK_p + ih_p)}, \quad (7)$$

$$\frac{\alpha(s)}{\gamma(s)} = -\frac{i^2(J_p s^2 - h_p)}{As^2 + b_p s + i(KK_p + ih_p)}. \quad (8)$$

УДК 616-77, 681.2

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УПРУГОЭЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АРТЕРИАЛЬНОЙ СТЕНКИ НА ФАНТОМАХ

Савченко А.Л., Минченя В.Т., Минченя Н.Т.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Как известно [1], окклюзионно-стенозирующие поражения магистральных артерий крупного и среднего калибра, наблюдающиеся при таких заболеваниях как, облитерирующий атеросклероз нижних конечностей, ишемические формы синдрома диабетической стопы при сахарном диабете, приводят к снижению качества жизни и ранней инвалидизации.

Для безредукторного двигателя стабилизации ($i = 1, h_p = 0$) из (7), как частный случай, следует (5). Передаточная функция (8) может быть применена для анализа поведения гиросtabilизатора на основании, качающемся с разными частотами.

Гиросtabilизаторы на ВТГ являются базой для построения перспективных навигационных систем [4].

Заключение. Динамика гиросtabilизаторов с ВТГ-ДУС и ВТГ-ИГ, как и в гиросtabilизаторах с другими типами гироскопов имеет накапливаемую ошибку с ВТГ-ДУС и статическую ошибку с ВТГ-ИГ. Для их устранения в контур стабилизации необходимо ввести акселерометр и применить калмановскую фильтрацию сигналов. При этом гиросtabilизатор будет следить за кажущейся вертикалью. Учет погрешностей гироскопов и акселерометров может быть выполнен по рекомендациям работы [5]. Анализ динамики гиросtabilизатора с ВТГ на качающемся основании может быть выполнен на основе передаточных функций по возмущающему моменту и углу качки, из которых следует, что в качественном отношении его динамика аналогична динамике индикаторных гиросtabilизаторов с любым типом гироскопов.

1. Журавлев В. Ф. Климов Д. М. Волновой твердотельный гироскоп. – М.: Наука, 1985. – 129 с.
2. Матвеев В. А., Липатников В. И., Алехин А. В. Проектирование волнового твердотельного гироскопа. – М.: МГТУ им. Баумана, 1998. – 115 с.
3. Расопов В. Я. Теория гироскопических систем. Гиросtabilизаторы: учебное пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, – 2016. – 385 с.
4. Матвеев В. А., Лунин Б. С., Басараб М. А. Навигационные системы на волновых твердотельных гироскопах. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 239 с.
5. Матвеев В. В., Расопов В. Я. Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации на МЭМС – датчиках. Учебное пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, – 2017. – 214 с.

Следует отметить, что при выше указанных заболеваниях происходят значительные изменения артериальной стенки, причем при атеросклерозе ремоделирование проявляется в виде утолщения интимы артерий и изменения состава внеклеточного матрикса, что создает локальные препятствия кровотоку.

Предлагается впервые в мировой практике изучить влияние внутрисосудистого ультразвукового воздействия на повышение эластичности артериальной стенки при атеросклерозе и сахарном диабете. Для этого также впервые в мировой практике предлагается трубчатая катетерно-волноводная система для воздействия на сосудистые образования и артериальную стенку.

Для проведения экспериментальных исследований разработан специальный аппаратно-программный комплекс.

Комплекс условно можно разбить на две части:

- гибкая волноводная система, состоящая из волновода, управляемого генератора ультразвуковых колебаний, катетерной системы для подачи физиологической жидкости;

- средства оценки геометрических и механических параметров образца.

Разрабатываемый комплекс должен позволять измерять геометрические параметры, плотность, модули Юнга и Петерсона, коэффициент растяжимости и коэффициент податливости, скорость пульсовой волны и массу артериального сегмента образца.

Наибольшую сложность представляет устройство, которое позволит нагружать трубчатый фантом сосуда внутренним давлением. При этом требуется разработка следующих узлов.

1. Средство создания внутреннего давления.

2. Средство измерения внутреннего давления и его колебаний с передачей результатов измерения в персональный компьютер для дальнейшей обработки и регистрации. В состав этого узла должна входить механическая и электрическая аппаратная части и программная часть (программа для микроконтроллера и программа для ЭВМ).

3. Средства сопряжения узла создания и измерения давления с гибкой волноводной системой.

Структура системы показана на рис. 1.

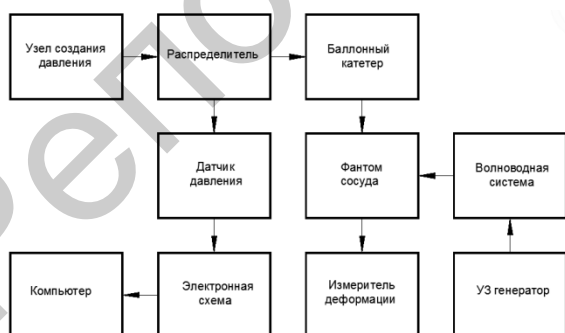


Рисунок 1 – Структура системы

Фантом сосуда подвергается внутреннему давлению посредством баллонного катетера. Давление создается приспособлением через рас-

пределитель. То же давление через распределитель поступает на датчик давления для его измерения и регистрации посредством электронной схемы и персонального компьютера. При подаче давления измеряется деформация фантома, сигнал от измерителя которого также может обрабатываться персональным компьютером. В процессе измерения на фантом сосуда осуществляется ультразвуковое воздействие.

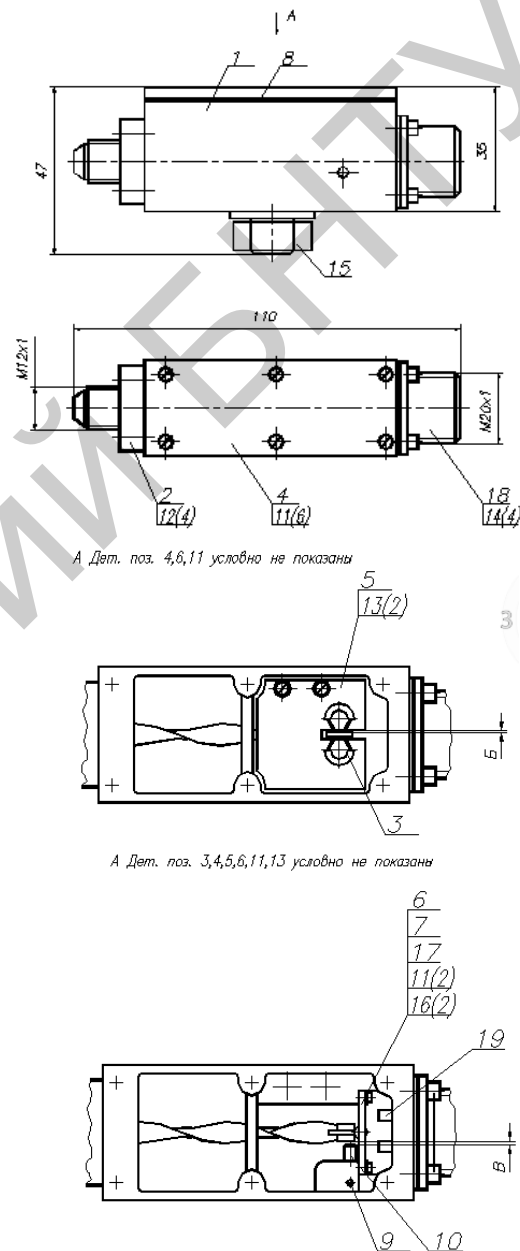


Рисунок 2 – Конструкция датчика

Гибкая волноводная система была разработана и опробована на предыдущих этапах исследований.

Управляемый генератор ультразвуковых колебаний ранее использовался для акустоиндуцированного тромбозиса с использованием

сплошных волноводов. Технические характеристики (диапазон частот, мощность) позволяют использовать его для исследований.

В качестве устройства создания давления используется готовая система баллонного катетера для ангиопластики.

Для измерения деформации фантома сосуда используются покупные индикаторы часового типа, закрепляемые в стойке, в том числе с выходом на компьютер.

Датчик для измерения давления в диапазоне 0...30 атм с преобразованием в электрический сигнал выполнен на основе малогабаритного дифференциального индуктивного преобразователя.

Конструкция датчика показана на рис. 2.

Основным узлом датчика является упругий элемент 2, выполненный в виде штуцера с пустотелой спиральной трубкой, которая раскручивается при подаче в нее воздуха под давлением. На конце трубки закреплен якорь в виде пластины из низкоуглеродистой стали, который расположен между полюсами преобразователей 3, установленных на пластине 5. Для сохранения устойчивости спиральной трубки ее свободный конец поддерживается опорой в виде шарика 17, закрепленного с помощью планки 6. Положение шарика регулируется прокладками 7. Провода от датчиков выведены на электрический разъем 18.

Электронная часть аппаратно-программного комплекса состоит из двух узлов – операционной части и интерфейсной части.

Операционная часть представляет собой измерительный тракт для обработки сигнала

дифференциального бесконтактного измерительного преобразователя перемещения. Основные функции, выполняемые операционной частью, следующие: формирование исходного информационного сигнала; усиление исходного информационного сигнала; выделение из исходного сигнала информативной постоянной составляющей (детектирование); усиление и фильтрация выделенного сигнала; преобразование сигнала в цифровую форму.

Схема выполнена на основе специализированной микросхемы AD698 (AD598) фирмы Analog Devices. Для преобразования аналогового сигнала в цифровой использован АЦП, встроенный в микроконтроллер C8051F352 фирмы Silicon Labs. Для подключения к ПЭВМ используется интерфейс RS-232C с преобразователем уровня MAX232A.

Для отображения результатов измерения на экране ПЭВМ используется текстовый вариант, который удобен представлением результатов в виде таблицы чисел, с которыми удобно работать: экспортировать в табличный редактор, например, Microsoft Excel, выполнять с ними различные вычислительные операции, построение графиков и т. д.

Для реализации этого варианта используется программа HyperTerminal.

1. Клиническая ангиология / под ред. А.В. Покровского – М.: Медицина, 2004. – Т.1. – 808 с.

УДК 006.91(042.3)(476)

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИИ

Гуревич В.Л.

Белорусский государственный институт метрологии
Минск, Республика Беларусь

Метрология как наука, которая занимается вопросами измерений и их применением, содействует внедрению современных технологических процессов, разработке новых видов продукции и повышению конкурентоспособности промышленности в целом.

Остановимся на отдельных аспектах метрологии, поскольку именно они непосредственно оказывают существенное влияние на развитие науки, промышленности, и, в частности, на приборостроение и машиностроение.

Если говорить об основных изменениях в метрологии, то в ближайший год нас ожидает следующее. В первую очередь, это пересмотр Международной системы единиц (SI), который потребует нового подхода к пониманию этих величин, их передаче, обеспечению потребностей промышленности.

Второй аспект – это совершенствование информационных технологий, которые определенным образом сказываются на промышленных технологиях, развитие современных сенсорных технологий, т. е. новых датчиков, которые будут использоваться в рамках концепции Индустрия 4.0, переход к которой видоизменяет сферу оказания метрологических услуг.

Теоретическая метрология

В ближайшие годы предстоит создание эталонов единиц, которые будут опираться на фундаментальные физические константы. Мы должны будем постепенно, но достаточно быстро, отойти от артефактов, которые используем (килограмм), и перейти к созданию эталонов, связанных исключительно с фундаментальными физическими эффектами. Далее это развитие уже фундаментальной метрологии на уровне одиночных фотонов, одиночных атомов и одиночных молекул, поскольку этого